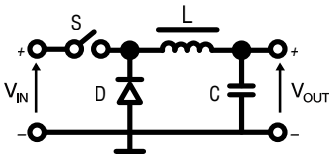


Podręczny przewodnik po przetwornicach impulsowych DC/DC

Przetwornice DC/DC przekształcają napięcie prądu stałego z jednej wartości na inną. Impulsowe przetwornice DC/DC zawierają przełączniki FET i elementy magazynujące energię, w których energia ta jest cyklicznie gromadzona, a następnie uwalniana w celu uzyskania pożądanego napięcia wyjściowego. Typowe konfiguracje (topologie) przełączników i elementów magazynujących zostały przedstawione poniżej.

Topologie nieodwracające bez izolacji – napięcie wyjściowe ma tę samą polaryzację co wejściowe.

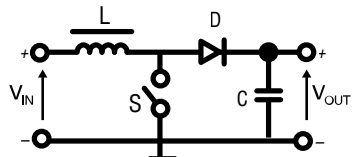


Przetwornica „buck” – obniżająca napięcie
 $0 \leq V_{OUT} \leq V_{IN}$ $V_{OUT} = d \cdot V_{IN}$
 Prosty obwód obniżający napięcie z jednym przełącznikiem (FET) i jednym elementem magazynującym (cewka indukcyjna). Umieszczony na wyjściu kondensator C jest niezbędny do eliminacji znacznych tętnień napięcia. W wersji synchronicznej diodę D zastępuje drugi przełącznik FET.

Źródło: <https://www.mouser.com/applications/power-supply-topology-buck/>

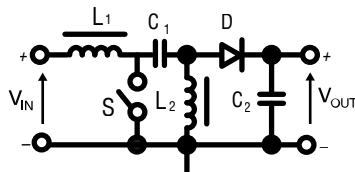
Przetwornica „boost” – podwyższająca napięcie

$V_{OUT} \geq V_{IN}$ $V_{OUT} = V_{IN}/(1-d)$
 Prosty obwód podwyższający napięcie z jednym przełącznikiem i jednym elementem magazynującym energię. Umieszczony na wyjściu kondensator C jest niezbędny do eliminacji znacznych tętnień napięcia. W wersji synchronicznej diodę D zastępuje drugi przełącznik FET.



Przetwornica SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter)

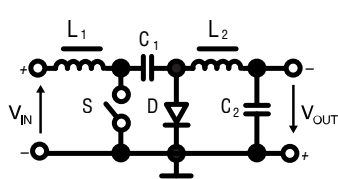
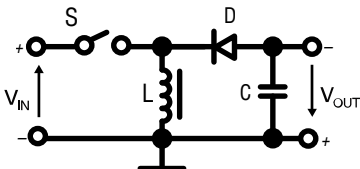
$V_{OUT} = d \cdot V_{IN}/(1-d)$
 Może podwyższać lub obniżać napięcie, aby utrzymać stałe napięcie wyjściowe. Stabilizację uzyskuje się przez regulację współczynnika wypełnienia impulsów. Może wykorzystywać cewki sprzężone w celu zaoszczędzenia miejsca na płytce.



Topologie odwracające bez izolacji – napięcie wyjściowe ma polaryzację odwrotną do napięcia wejściowego

Przetwornica odwracająca (buck-boost)

$V_{OUT} = -d \cdot V_{IN}/(1-d)$
 Prosta topologia z jednym przełącznikiem i cewką indukcyjną. Utrzymuje stabilne, lecz odwrócone napięcie wyjściowe przy zmieniającym się napięciu wejściowym. Kondensator C na wyjściu jest niezbędny do eliminacji znacznych tętnień napięcia.



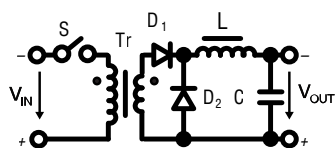
Przetwornica Čuka (wym. „czuka”)
 $V_{OUT} = -d \cdot V_{IN}/(1-d)$
 Topologia buck-boost z odwróconym napięciem wyjściowym i bardzo małą składową zmienną prądu tętniącego. Może wykorzystywać cewki sprzężone w celu zaoszczędzenia miejsca na płytce. Doskonała do zastosowań wymagających wygładzonego napięcia wyjściowego przy zmianach występujących na wejściu.

Uwaga: Prąd wyjściowy jest ciągły, bez tętnień

Topologie izolowane

Przetwornica przepustowa (forward)

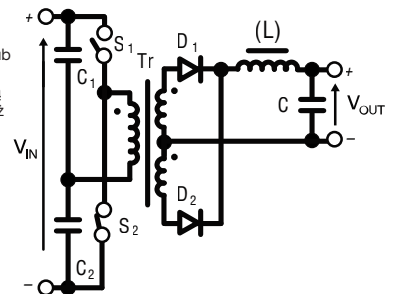
$V_{OUT} = V_{IN} \cdot d \cdot (Ns/Np)$
 Może generować napięcie wyjściowe wyższe lub niższe od wejściowego; zapewnia izolację elektryczną przez transformator. Odnacza się wyższą mocą wyjściową (generalnie do 200 W) i wyższą sprawnością energetyczną niż topologia flyback.



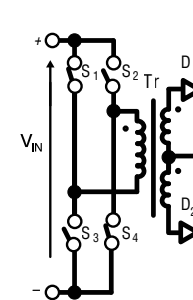
Źródło: <https://www.mouser.com/applications/power-supply-topology-forward/>

Półmostek (przetwornica typu push-pull)

$V_{OUT} = 2 \cdot V_{IN} \cdot d \cdot (Ns/Np)$
 Może generować napięcie wyjściowe wyższe lub niższe od wejściowego. Zapewnia izolację elektryczną przez transformator, ma moc wyjściową do 500 W i sprawność energetyczną wyższą niż topologia flyback.



<https://www.mouser.com/applications/power-supply-topology-half/>

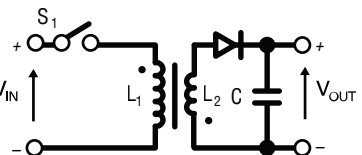


Pełny mostek

$V_{OUT} = 2 \cdot V_{IN} \cdot d \cdot (Ns/Np)$
 Solidna topologia przetwornicy buck podobna do półmostka; może generować napięcie wyjściowe wyższe lub niższe od wejściowego. Często wykorzystywana w zastosowaniach o większej mocy, np. do ładowania pojazdów elektrycznych i w systemach energii odnawialnej.

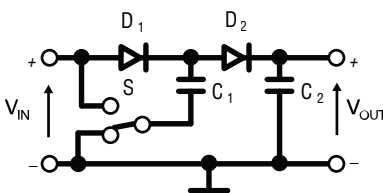
Flyback

$V_{OUT} = V_{IN}/(1-d)$
 Prosta topologia z jednym tranzystorem, zazwyczaj używana w zasilanych z sieci energetycznej urządzeniach o niskiej mocy wyjściowej (<100 W), takich jak ładowarki telefonów komórkowych. Stałe napięcie wyjściowe zależne od transformatora.



Źródło: <https://www.mouser.com/applications/power-supply-topology-flyback/>

Pompy ładunkowe Przetwornice DC/DC, które wykorzystują kondensatory do magazynowania energii, nazywane są pompami ładunkowymi (charge pump). Nadają się do zastosowań o niskiej mocy i zazwyczaj wykorzystuje się je do podwyższania lub odwracania napięcia wejściowego. Można je łączyć kaskadowo, aby uzyskać mnożnik parzysty lub ułamkowy.



Pompa ładunkowa podwajająca napięcie

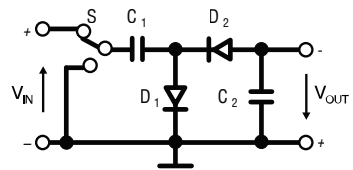
$$V_{OUT} = 2 \cdot V_{IN} - 2 \cdot V_D$$

(V_D to spadek napięcia na diodach)

Pompa ładunkowa odwracająca napięcie

$$V_{OUT} = -V_{IN} + 2 \cdot V_D$$

(V_D to spadek napięcia na diodach)



Zastrzeżenie: schematy mają wyłączny charakter poglądowy i nie należy ich traktować jako kompletnych projektów gotowych do realizacji. Uprozczone równania odnoszą się do przetwornic idealnych i nie uwzględniają strat, które mogą występować w komponentach.

- Obwody
- S = przełącznik, zazwyczaj FET lub IGBT
 - D = dioda
 - C = kondensator

- L = cewka indukcyjna
- TR = transformator
- V_{IN} = napięcie wejściowe
- V_{OUT} = napięcie wyjściowe

- d = współczynnik wypełnienia impulsów PWM
- Np = liczba zwojów, strona pierwotna
- Ns = liczba zwojów, strona wtórna